I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	F2	E1	E2	E3	K1	K2	K3	B1	B2
1.1	X	X								
1.2		X								
1.3		X				X		X		
2.1		X		X			X			
2.2				X			X	X		
2.3		X						X	X	

Inhaltlicher Bezug
Q2: Schwingungen und Wellen
verbindliche Themenfelder: Schwingungen (Q2.1)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren. Bei den Ergebnissen numerischer Rechnungen ist zu berücksichtigen, dass in der Physik Messwerte und sich daraus ergebende Rechenergebnisse immer nur im Rahmen der Messgenauigkeit korrekt sind und gerundete Werte darstellen. Geringe Abweichungen von den in den Lösungshinweisen angegebenen Werten sind daher zu akzeptieren.
Bei den unten angegebenen Lösungen werden für Naturkonstanten die im Taschenrechner vorhandenen Werte verwendet. Zwischen- und Endergebnisse sind sinnvoll gerundet angegeben.
Für weitere Rechnungen mit diesen Zwischenergebnissen werden nicht die gerundeten, sondern die im Taschenrechner gespeicherten Werte verwendet, damit Rundungsungenauigkeiten nicht kumulieren.

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1.1	<u>Herleiten:</u> Für die rücktreibende Kraft gilt $F_R(t) = -D \cdot y(t)$, andererseits gilt nach dem 2. Newton'schen Axiom $F_R(t) = m \cdot \ddot{y}(t)$. Gleichsetzen liefert: $-D \cdot y(t) = m \cdot \ddot{y}(t)$. Daraus folgt $m \cdot \ddot{y}(t) + D \cdot y(t) = 0$. Division der Gleichung durch m liefert die angegebene Bewegungsgleichung (DGL).	4
	<u>Zeigen:</u> Zweimaliges Ableiten des Ansatzes liefert $\ddot{y}(t) = -y_0 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)$. Einsetzen von $y(t)$ und $\ddot{y}(t)$ in die DGL: $-y_0 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t) + \frac{D}{m} \cdot y_0 \cdot \cos(\omega \cdot t) = 0$. Da die DGL für jedes t erfüllt sein muss, gilt $\omega^2 = \frac{D}{m}$. Mit $\omega^2 = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ folgt: $\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{D}{m}} \Rightarrow T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$	4
1.2	<u>Berechnen:</u> Mit $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{D}{m}}$ folgt: $f^2 = \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{D}{m} \Rightarrow D = 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot m = 4\pi^2 \cdot (10\text{ Hz})^2 \cdot 50 \cdot 10^{-6}\text{kg} = 0{,}20\frac{\text{N}}{\text{m}}$.	3
	<u>Berechnen:</u> Energieansatz: $E_{\text{kin}} = E_{\text{sp}} \Rightarrow \frac{1}{2}m \cdot v^2 = \frac{1}{2}D \cdot y_0^2 \Rightarrow y_0 = \sqrt{\frac{m}{D}} \cdot v = \sqrt{\frac{50 \cdot 10^{-6}\text{kg}}{0{,}20\frac{\text{N}}{\text{m}}}} \cdot 0{,}565\frac{\text{m}}{\text{s}} = 0{,}009\text{ m}$ $= 9\text{ mm}$	3
1.3	<u>Zeigen:</u> Für die abgebildeten Amplituden können die Werte 9 mm, 7,5 mm, 6,2 mm, 5,2 mm und 4,4 mm abgelesen werden. Dadurch ergibt sich für die Quotienten zweier aufeinander folgender Amplituden: $\frac{7{,}5\text{ mm}}{9\text{ mm}} = 0{,}83,\ \frac{6{,}2\text{ mm}}{7{,}5\text{ mm}} = 0{,}83,\ \frac{5{,}2\text{ mm}}{6{,}2\text{ mm}} = 0{,}84,\ \frac{4{,}4\text{ mm}}{5{,}2\text{ mm}} = 0{,}85$ Dies bestätigt die exponentielle Abnahme.	4
	<u>Bestätigen:</u> Mit dem Wertepaar $(0{,}1\text{ s} \mid 7{,}5\text{ mm})$ folgt: $7{,}5\text{ mm} = 9\text{ mm} \cdot e^{-k \cdot 0{,}1\text{ s}} \Rightarrow \frac{7{,}5}{9} = e^{-k \cdot 0{,}1\text{ s}} \Rightarrow \ln\left(\frac{7{,}5}{9}\right) = -k \cdot 0{,}1\text{ s}$ Also ergibt sich: $k = -10\frac{1}{\text{s}} \cdot \ln\left(\frac{7{,}5}{9}\right) = 1{,}82\frac{1}{\text{s}}$ *Andere Werte für k, die anhand anderer abgelesener Werte korrekt bestimmt wurden, sind ebenfalls zu akzeptieren.*	3

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	Berechnen: Die Energie ist proportional zum Quadrat der Amplitude: Für den Quotienten zweier aufeinander folgender Amplituden gilt: $\left(\frac{y((n+1)\cdot T)}{y(n\cdot T)}\right)^2 = \left(\frac{e^{-1{,}82\,\frac{1}{\mathrm{s}}\cdot(n+1)\cdot 0{,}1\,\mathrm{s}}}{e^{-1{,}82\,\frac{1}{\mathrm{s}}\cdot n\cdot 0{,}1\,\mathrm{s}}}\right)^2 = \left(e^{-1{,}82\,\frac{1}{\mathrm{s}}\cdot 0{,}1\,\mathrm{s}}\right)^2 = 0{,}69\,.$ $1-0{,}69=0{,}31$, also um 31%. *Andere richtige Berechnungen sind ebenfalls als richtig zu akzeptieren.* *Berechnungen für k=1,8 ergeben 0,70 und damit 30% Energieabnahme pro Schwingung, was ebenfalls als richtig zu akzeptieren ist.*	3
2.1.1	Zeigen: In der Ruhelage gilt betragsmäßig: $F_G = F_A$. Nach Archimedes gilt: $F_A = \rho_{Fl}\cdot V\cdot g$ Das vom Aräometer verdrängte Flüssigkeitsvolumen ist $V = A\cdot h$. Damit folgt: $m\cdot g = \rho_{Fl}\cdot A\cdot h\cdot g \Rightarrow h = \frac{m}{\rho_{Fl}\cdot A}$	4
2.1.2	Ermitteln und Einzeichnen: Mithilfe der Formel aus Aufgabe 2.1.1 ergeben sich für die verschiedenen Dichten die folgenden Eintauchtiefen: (siehe Tabelle unten) *Der Wert für die Dichte* $1\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$ *ist bereits eingezeichnet. Die Werte von* $0{,}9\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$ *und* $0{,}8\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$ *werden 1,4 cm und 3,1 cm oberhalb eingezeichnet, die Werte größerer Dichte werden im entsprechenden Abstand darunter eingezeichnet.*	4
2.2.1	Begründen: Nach dem Prinzip des Archimedes ist die Rückstellkraft die Auftriebskraft, also die Gewichtskraft des vom Aräometer verdrängten Wasservolumens: $F_A = -\rho_{Fl}\cdot V\cdot g = -\rho_{Fl}\cdot A\cdot y(t)\cdot g = -\rho_{Fl}\cdot A\cdot g\cdot y(t) = -D\cdot y(t)\,.$	3
	Zeigen: Mit der Formel $T = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{D}}$ aus Aufgabe 1.1 folgt nach Einsetzen von D die gegebene Formel.	1

Tabelle zu 2.1.2:

ρ_{Fl} in $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
h in cm	15,6	13,9	12,5	11,4	10,4	9,6	8,9

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
2.2.2	Erläutern: Da nach der angegebenen Gleichung $T \sim \sqrt{m}$ gilt, folgt daraus $T^2 \sim m$, also muss T^2 gegen m aufgetragen werden.	2

Angeben:

m in kg	0,16	0,20	0,25	0,30	0,36
T in s	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
T^2 in s²	0,64	0,81	1,0	1,21	1,44

BE: 1

Zeichnen:

T^2 in s² ; m in kg

BE: 3

Bestimmen:

Für die Steigung der Geraden ergibt sich $4{,}0\,\frac{\text{s}^2}{\text{kg}}$.

Wegen $T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{\rho_{\text{Fl}} \cdot A \cdot g}$ entspricht der Steigung der Term $\frac{4\pi^2}{\rho_{\text{Fl}} \cdot A \cdot g}$.

Daraus folgt: $\rho_{\text{Fl}} = \frac{4\pi^2}{4{,}0\frac{\text{s}^2}{\text{kg}} \cdot 12 \cdot 10^{-4}\,\text{m}^2 \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 838\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Um 0,1s²/kg abweichende Steigungswerte vom angegebenen Wert sind ebenfalls zu akzeptieren.

BE: 3

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**
2.3	Beurteilen: Bestimmt man die Dichte mit dem geeichten Aräometer, so ist bei einer Dichte von 1,34 g/cm³ die Eintauchtiefe $h = \frac{150\text{ g}}{1{,}34\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\cdot 12\text{ cm}^2} = 9{,}3\text{ cm}$, was einem Unterschied von 3 mm entspricht. Mit diesem Verfahren sollte die Abweichung erkannt werden. Bestimmt man die Schwingungsdauer, so ergibt sich für 1,3 g/cm³ der Wert $T = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{0{,}15\text{ kg}}{1300\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\cdot 12\cdot 10^{-4}\text{ m}^2\cdot g}} = 0{,}62\text{ s}$ und für 1,34 g/cm³: $T = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{0{,}15\text{ kg}}{1340\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\cdot 12\cdot 10^{-4}\text{ m}^2\cdot g}} = 0{,}61\text{ s}$. Da das Messsystem nur auf eine Stelle nach dem Komma exakt anzeigt, wird es den Fehler in der Mischanlage nicht erkennen.	5
	Summe	**50**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Im Fach Physik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung je eines Vorschlags aus den Aufgabengruppen A und B, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	9	12	3	**24**
2	6	13	7	**26**
Summe	**15**	**25**	**10**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.